農業氣象災害因應策略

申雍 [1,*]　陳守泓 [2]　姚銘輝 [3]

[1] 中興大學土壤環境科學系　[2] 中國文化大學地理學系　[3] 農業試驗所農業工程組
*通訊作者: yshen@nchu.edu.tw　Fax: 04-22862943

摘 要

台灣地區境內生產的糧食作物已無法滿足國人需求,對於境外輸入的依賴度很高。全球暖化預期將導致全球極端天氣發生頻率增加，由於不穩定之災變性天氣對全球農作生產的影響超過平均氣溫的上升,因此如何因應由農業氣象災害所引發的糧食危機，對滿足國人糧食安全需求至關重要。相關因應策略可概分爲四大方向，1.提高境內糧食生產能力，2.減少境內農業氣象災損，3.確保境外糧食輸入，4.提升糧食生產預測能力。本篇報告主要著重於第 2 和第 4 方向的闡述，指出提供災害發生機率資訊以供進行適栽作物和地點之選擇、研發經濟有效之防護措施、以及依據土壤內部排水能力規劃旱作區域，是減少境內農業氣象災損必須重視的方向；利用遙測技術進行國內和國外主要糧食輸出和輸入國之作物生產狀況和受災情形之監測，以及可能之產量的推估，提供決策者必要的相關情報，提早採行必要之應變措施，將可減輕我國在全球糧食危機發生時所遭受的衝擊。

前 言

聯合國糧農組織(Food and Agriculture Organization, FAO)對糧食安全的定義是「不論其社會與經濟地位，所有人民都能充分獲得符合其飲食需求與食物偏好的安全且營養的糧食，以維持具有活力與健康的生活」(FAO, 2002)。此定義指出糧食安全具有四個關鍵面向：供應能力、穩定程度、可取得性與可利用性(availability, stability, accessibility, and utilization)。

全球突然發生的自然災害(如洪水、颱風等)佔全部自然災害的比例，由 1980 年代的 14%，逐漸上升至 1990 年代的 20%，而此比例在 2000 年後已增加至 27% (FAO, 2008)。IPCC (2007a)亦指出，未來全球發生更多災害性豪雨事件的機率超過 90%，發生更多災害性乾旱事件的機率超過 66%。而氣候變遷對未來全球的糧食安全的影響，主要將來自於災變性天氣發生頻率增高的衝擊(Bruinsma, 2003; IPCC, 2007b)。聯合國糧農組織

(FAO, 2008)指出，由於全球主要穀物生產國家近年農業政策的轉變，全球穀物儲存量與消耗量的比值在 2007/2008 年已降到 19.4%，是近 30 年來的最低點，而偏低的穀物儲存量容易導致穀物價格的大幅波動。例如，2005 至 2006 年間，全球有多次災害性的氣象事件發生，導致全球穀物產量在 2005 年減少 3.6%，在 2006 年減少 6.9%；全球水稻、小麥、玉米的市場價格隨即在 2006 和 2007 年間不停上漲。2010 年中亞的乾旱和南亞的水災，2011 年澳洲的水災更助長全球糧食價格的快速上漲(FAO, 2011)。

應用全球循環模式(Global Circulation Models, GCM)預測的氣候情境，對農業生產潛力進行評估的結果顯示，由於全球暖化，穀類生產將會向高緯度地區移動(Fischer et al., 2002)，高緯度國家除可耕地面積有很大的擴張潛力外，穀類生產的潛力也隨之增加，估計總產量將可增加 6%到 9%；相反的，在所有模擬狀況中，低緯度地區國家的穀類生產力將下降，最嚴重的損失將發生在亞洲的開發中國家，其減產範圍大約是 4%到 10%。全球的穀物輸入國家多位於低緯地區，穀物產量易受全球氣候暖化影響再降低(Fischer et al., 2002)，因此預期未來將需進口更多穀物；主要的穀物輸出國家多位於高緯度地區，其穀物生產會受益於全球 CO_2 濃度升高與溫度升高，可能仍足以滿足未來全球對穀物的需求(Bruinsma, 2003)。然而，這些國家不會僅因爲全球對穀物的需求增高就盡力增產，主要還需視能否獲利而定。此外，全球對穀物的需求增高不僅來自於人口的增加，也來自於當人民經濟收入增加時，對食物品質的要求也會提高，因此崛起中的新興大國(如中國大陸、印度)，爲滿足其人民的需求，勢將進一步提高全球對穀物的需求。

糧食安全脆弱度分析

申(2010)分析我國農產品供需現況指出，國內水稻、蔬菜、水果、畜產品和水產品的產量雖然能滿足國人的基本需求，但稻米年產量約 118 萬公噸且僅佔國人每日穀物消耗量的 54%，而畜牧生產所需的飼料幾乎全部需要進口；農產品進口值年平均約 US$100.4 億，其中以農耕產品(飼料玉米 477 萬公噸、大豆 227 萬公噸、薯類 145 萬公噸、小麥 116 萬公噸)占 60.4%最多，其次爲畜產品占 19.4%。由於穀物和油料作物是我們身體所需能量、蛋白質和脂肪直接或間接(經由畜產品)的主要來源，因此以熱量爲基礎計算的整體糧食平均自給率約爲 32%，國人糧食供應依賴進口的比重甚大。柳等(2008)指出未來國內發生水災和乾旱等極端性天氣的頻率也將因全球持續暖化而提高。國內農業生產的不穩定性將因而增高，勢必加更加依賴進口糧食以補足國人的需求。

申(2007，2010)分析台灣地區農業部門受全球氣候暖化之影響指出，氣候暖化除將抵銷 CO_2 濃度增高對作物生產的潛在效益外，也將導致病蟲害損失增加，以及畜產品

和水產品的生產減少；農耕土地面積將會因海平面上升、地層下陷、土壤鹽化以及平地造林等因素逐年減少；耕地土壤品質將會因土壤有機質加速分解、過量施肥而酸化以及重金屬污染等因素而下降，導致農地生產力的減少；由於民生和工業用水需求增加，農業生產受灌溉水量減少與灌溉水質惡化之影響也將更爲顯著，因此未來國內糧食自給能力將繼續惡化。全球穀物生產的不穩定性將因災變性天氣發生頻率增加而增高；忽視溫室氣體減量的重要性，將導致出口外匯收入面臨貿易障礙而減少，進而降低在國際穀物市場的購買/競爭能力，因此依靠進口糧食補足國人需求的風險也會升高。

因應策略

爲滿足國人糧食安全需求，相關因應策略可概分爲四大方向，1.提高境內糧食生產能力，2.減少境內農業氣象災損，3.確保境外糧食輸入，4.提升糧食生產預測能力。在提高境內糧食生產能力方面，申(2007，2010)曾論及與農地資源和水資源的適切保護和調配，以及生產技術提升等方面有關的因應策略；申等(2011)則依據 WTO 有關農業境內支持之規範，提出可以提高糧食自給率，分攤農業天然災害風險，且同時減少國家溫室氣體排放量之有關農業生產政策調整方案的基本架構。在確保境外糧食輸入方面，申(2007，2010)和申等(2011)則已說明農業部門可如何協助降低國家溫室氣體排放量，希望能降低我國產品輸出所遭遇的貿易障礙，避免影響我國在國際穀物市場的購買/競爭能力。本篇報告則主要著重於減少境內農業氣象災損和提升糧食生產預測能力兩方向進行闡述，說明如何減輕我國糧食供應遭受農業氣象災害的爲害。

減少境内農業氣象災損

陳等(2006)分析臺灣地區年際異常氣象狀況對農業生產之影響指出，颱風和雨害是台灣地區首要的農業氣象災害，分別佔全部農業氣象災害損失的 66%和 17%。然而農作物是否發生嚴重的颱風災損，與侵台颱風總數或強烈颱風數目是否異常增多間的關係較不密切，反而與是否導致異常強烈之日降雨強度有較高的相關性。嚴重雨害災損與大雨日數異常增多的關係較密切，除可能因地面排水宣洩不及造成傷害外，雨日增多導致土壤長期處於水分飽和狀態，作物因根系缺氧受害也是一個重要致災因素(陳等，2004)。各地農作物是否罹害、以及罹害的程度並不相同，除具有顯著的地域性及季節性差異外，也與是否採行人爲避險措施，以及避險措施效能差異等多項因素有關(李等，2003，2007；陳等，2007)。

目前農政單位提供給農民有關減輕農業氣象災損的建議，多著重於災前

和災後作物栽培管理措施的調整(相關資料已整理於下列網址 http://amis.tari.gov.tw/MapManager/Observation/Disaster.aspx)。依據災變天氣發生時的氣象條件，開發適當的微氣象防護技術(例如，申與章，1994；申與詹，1997；申等，1998；李等，2011)，可以減輕災變天氣所造成的災損，惟所開發的微氣象防護技術不僅必須適合國內的小農栽培制度，同時也必須符合經濟效益，因此比較適合高經濟價值的園藝作物使用。對於水稻、玉米等大宗糧食作物，進行抗逆境品種的選育(例如，Leung , 2011; Lur, 2011)，對於減輕災變天氣災損之效果會比較好。台灣農地土壤多屬於沖積土，不均勻的質地層理和常伴隨之土壤壓實問題會影響土壤水分的向下移動(孫與楊，1989)。旱作種植於內部排水不良的土壤，在雨季期間極易受害，除可利用深層翻土技術改善土壤內部排水不良的問題外(蔡，1990；黃，1992)，李(1996)指出進行旱作區域規畫時若能參考楊(1986)所提出之土壤之內部排水能力分級，也可以有效降低遭逢雨害的風險。

臺灣地區氣候資源豐富，可以生產之作物種類繁多，農民爲利用所擁有的氣候和土地資源，通常無法兼顧氣候上的安全性，所以經常會因農業氣象災害而蒙受損失。若能依據歷年之氣象觀測資料，提供可能遭受之氣象災害損失的風險評估(申與陳，1994a，1994b)，並提供相關之防護與栽培管理措施建議，對於減輕農民災損會有很大的幫助。申與陳(2006)基於上述之看法，曾開發相關農業氣象專家諮詢系統，可提供台灣各地區氣候特性、農業氣象災害發生頻率、以及簡易的災害風險和經濟效益評估等資訊，目前該系統已可經由網際網路進行相關查詢(http://amis.tari.gov.tw/MapManager/Default.aspx)，並正繼續擴展其功能中(圖 1)。未來在加入必要之作物和土壤相關資料庫和查詢界面後，將可以結合既有的農業氣象查詢功能，進行適栽作物和適栽地點的推薦，除可以有效分散作物產地，減輕因農業氣象災害所引發的糧食供應危機外，還可以協助解決國內部分作物因栽培生產面積常不斷擴大，所引發生產過剩的問題，以及促進農地活化，避免因加入 WTO 導致優良農地逐漸荒廢和損失。

提升糧食生產預測能力

如前述，我國非常依賴進口糧食以補國內生產之不足，因全球不斷增長之需求以及頻頻發生之災變性天氣所引起國際穀物市場價格的上漲和波動，都將危及國人的糧食安全，其中又以因糧食進口國搶購所造成的價格激增，以及糧食出口國對糧食存量及產量認知不足所設下的出口禁令，導致國際糧價不合理的波動危害最大。因此可以即時並準確預測國內和國外關鍵地區(主要來源國和競爭國家)糧食生產狀況的能力就非常重要。

2011 年 6 月 23 日 G-20 農業部長會議通過「針對糧食價格波動和農業之行動方案」（Action Plan on Food Price Volatility and Agriculture），將建立一個農業市場資訊系統（Agricultural Market Information System, AMIS），以監測小麥、玉米、稻米和大豆等主要糧食資訊，其目的就在於提高全球農業市場相關數據之可靠性、即時性及監測頻率，並透過該機制加強各國政策協調之能力，以因應可能的糧食危機。

遙感探測具有可快速進行大面積調查之優點，因此可通過適當的衛星遙測影像，調查主要糧食作物的栽培面積(例如，Gallego, 2004; Xiao et al., 2005; Pittman et al., 2010)、監測作物生長情形(例如，Doraiswamy et al., 2004; Sakamoto et al., 2005; Busetto et al., 2008)、預測糧食生產狀況(例如，Doraiswamy et al., 2003; ecker-Reshef et al., 2010)、以及分析天然災害受害面積與受損程度(例如，Qin et al., 2008; Becker- Reshef et al., 2010; Tapia-Silva et al., 2011)。目前有 USDA FAS, JRC MARS, IRSA CropWatch 和 UN FAO Global GIEWS 等四個機構會定期公開其針對全球多個國家糧食生產狀況所做的分析，然而這些資訊的準確度仍有待進一步檢驗(GEO, 2009)。此外，若完全依賴他人提供相關資訊，不僅資訊取得時機將受制於人，尤其當資訊完全公開後，也將失去可以妥適利用的「先機」。

目前我國已初步建立利用遙感探測技術進行稻作栽培面積調查(例如，Lei et al., 2008; Wan et al., 2010)、水稻產量預測(例如，Chang et al., 2005; 章等，2006；Wang et al., 2010)、水稻氮營養狀態(例如，Lee et al., 2007, 2008, 2011)以及稻作受災程度分析的能力(例如，申與李，1998)。目前與農業生產有關之遙測技術的發展規劃藍圖如圖 2 所示，其中除包含與糧食安全有關之生長監測和產量預估技術外，由於農業生產未來勢必遭受水資源不足的影響，因此也需發展估計地表蒸發散量的遙測技術，提供進行水資源調配和管理時必要的資訊。此外，發展中之特定位址養分管理(site-specific nutrient management)相關的遙測技術仍須持續開發，以便能減少我國肥料施用，獲得包含減緩土壤酸化和協助降低我國溫室氣體排放量等的多重效益。

結 論

台灣境內生產的糧食作物已無法滿足國人需求，對於境外輸入的依賴度很高。全球暖化預期將導致全球極端天氣發生頻率增加，由於不穩定之災變性天氣對全球農作生產的影響超過平均氣溫的上升，因此如何因應台灣及全球農業氣象災害所引起的糧食危機，對滿足國人糧食安全需求至關重要。本篇報告指出提供災害發生機率資訊以供進行適栽作物和地點之選擇、研發經濟有效之防護措施、以及依據土壤內部排水能力規劃旱作區域，都是減少境內農業氣象災損必須重視的方向；利用遙測技術進行國

內和國外主要糧食輸出和輸入國之作物生產狀況和受災情形之監測，以及可能之產量的推估，提供決策者必要的相關情報，提早採行必要之應變措施，將可減輕我國在全球糧食危機發生時所遭受的衝擊。

引用文獻

申雍、陳守泓。1994a。臺灣西南部地區梅雨期間大雨發生機率空間分佈之研究。氣象學報 40: 160-167。

申雍、陳守泓。1994b。梅雨期間作物承受豪雨風險機率之估算。中華農學會報 新 168: 93-99。

申雍、章國威。1994。東勢地區葡萄園霜害發生之機制及風扇防霜方法之初步試驗。中華農業氣象 1: 93-99。

申雍、詹文揚。1997。新社地區枇杷植冠降溫方法之探討。中華農業氣象 4: 165-169。

申雍、詹文揚、郭同慶。1998。屏東地區蓮霧園寒害防護措施之評估。中華農業氣象 5: 7-13。

申雍、李佩玲。1998。應用 SPOT 衛星影像區分水稻旱害等級與受災範圍之初步研究。中華農業氣象 5: 203-208。

申雍、陳守泓。2006。農業氣象資訊在專家決策系統之應用與發展方向。作物、環境與生物資訊 3: 51-63。

申雍。2007。台灣地區農業部門受全球氣候暖化之影響及調適策略。環境工程會刊 18: 9-16。

申雍。2010。全球暖化對台灣農業資源衝擊及因應策略思考方向。全球氣候變遷與台灣農業因應調適策略座談會專刊。pp.1-1~1-18。行政院農業委員會、中興大學農業自然資源學院。

申雍、陳吉仲、蘇宗振。2011。我國農業生產政策調整方略芻議。農業經濟叢刊(已投稿)

李炳和、廖志翔、申雍。2003。蓮霧及番荔枝氣象災害及防護方法問卷調查初步分析。中華農業氣象 10:39-52。

李炳和、廖志翔、申雍。2007。高屏地區蓮霧與台東地區番荔枝氣象災害及防護方法之調查研究。作物、環境與生物資訊 4: 89-108。

李炳和、官青杉、唐佳惠、蔡惠文、申雍。2011。鳳梨日燒與寒害發生機制及防護措施之初探。氣象學報 (已接受)

李崇瑞。1996。台灣農地利用與生產力評估的模式。國立中興大學土壤環境科學系碩士論文。

柳中明、吳明進、林淑華、陳盈蓁、楊鼐庭、林瑋翔、曾于恆、陳正達。2008。臺灣地區未來氣候變遷預估。臺灣大學全球變遷研究中心。

章國威、王淑姿、申雍、羅正宗、黃鼎名、蔡和霖。2006。應用多光譜航照影像預估水稻產量之研究。航測及遙測學刊 11: 27-38。

孫存禮、楊策群。1989。台灣沖積土排水不良問題之發生。中國農業化學會誌 27: 38-45。

陳守泓、張簡水紋、申雍。2004。降雨特性對西螺地區蔬菜生產之影響及因應對策分析。中華農學會報 5(3): 218-233。

陳守泓、李炳和、姚銘輝、申雍。2007。中部地區農業氣象環境與災害發生潛勢。作物、環境與生物資訊 4: 345-352。

陳守泓、李炳和、姚銘輝、申雍。2006。臺灣地區年際異常氣象狀況對農業生產之影響。作物、環境與生物資訊 3: 307-316。

黃菊美。1992。木瓜根系環境及其改良對策之研究。國立中興大學土壤研究所碩士論文。

楊策群。1986。排水不良土壤之特性與管理。土壤資料應用訓練班講義。pp.1-5。國立中興大學農學院土壤調查試驗中心。

蔡東耀。1990。深層翻土改良土壤排水和壓實的效果。國立中興大學土壤研究所碩士論文。

Becker-Reshef, I., C. Justice, M. Sullivan, E. Vermote, C. Tucker, A. Anyamba, J. Small, E. Pak, E. Masuoka, J. Schmaltz, M. Hansen, K. Pittman, C. Birkett, D. Williams, C. Reynolds, and B. Doorn. 2010. Monitoring global croplands with coarse resolution earth observations: The global agriculture monitoring (GLAM) project. Remote Sens. 2: 1589-1609.

Becker-Reshef, I., E. Vermote, M. Lindeman, C. Justice. 2010. A generalized regression-based model for forecasting winter wheat yields in Kansas and Ukraine using MODIS data. Remote Sens. Environ. 114: 1312-1323.

Bruinsma, J. (ed.) 2003. World Agriculture: Towards 2015/2030, An FAO Perspective. Earthscan Publications Ltd, London, United Kingdom, 432pp.

Busetto, L., M. Meroni, and R. Colombo. 2008. Combining medium and coarse spatial resolution satellite data to improve the estimation of sub-pixel NDVI time series. Remote Sens. Environ. 112: 118-131.

Chang, K.W., Y. Shen, and J.C. Lo. 2005. Predicting rice yield using canopy reflectance measured at booting stage. Agron. J. 97:872-878.

Doraiswamy, P.C., S. Moulin, P.W. Cook, and A. Stern. 2003. Crop yield assessment from remote sensing. Photogramm. Eng. Remote Sens. 69: 665-674.

Doraiswamy, P.C., J.L. Hatfield, T.J. Jackson, B. Akhmedov, J. Prueger, A. Stern. 2004. Crop condition and yield simulations using Landsat and MODIS. Remote Sens. Environ. 92: 548-559.

FAO. 2002. The State of Food Insecurity in the World 2001. Food and Agriculture Organization, Rome.

FAO. 2008. The State of Food Insecurity in the World 2008. Food and Agriculture Organization, Rome.

FAO. 2011. FAO Food Price Index. http://www.fao.org/worldfoodsituation/wfs-home/foodpricesindex/en/

Fischer, G., M. Shah, H. van Velthuizen. 2002. Climate Change and Agricultural Vulnerability. International Institute for Applied Systems Analysis. pp. 160.

Gallego, F. J. 2004. Remote sensing and land cover area estimation. Int. J. Remote Sens. 25: 3019-3047.

GEO. 2009. Summary and Recommendations. *in* the Workshop on Developing an Agricultural Monitoring System of Systems. Group on Earth Observation. February 11-13, 2009. Beijing, China.

Hanuschak, G.A., R. Sigman, M.E. Craig, M. Ozga, R.C. Luebbe, P.W. Cook, D.D. Kleweno, and C.E. Miller. 1980. Crop-area estimates from Landsat; Transition from research and development to timely results. IEEE Trans. Geosci. Remote Sensing GE-18: 160-219.

IPCC. 2007a. Summary for Policymakers. *in*: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M.Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

IPCC. 2007b. Summary for Policymakers. *in*: Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 7-22.

Lee, Y.J., Chang, K.W, Shen, Y., Huang, D.M., Tsay, H.L., 2007. A handy imaging system for precision agriculture studies. Int. J. Remote Sens. 28: 4867-4876.

Lee, Y.J., Yang, C.M., Chang, K.W., Shen, Y., 2008. Field test of the simple spectral index using 735nm in mapping nitrogen status of rice canopy. Agron. J. 100: 205-212.

Lee, Y.J., Yang, C.M., Chang, K.W., Shen, Y., 2011. Rice canopy reflectance spectrum affected by changes in leaf anatomical structure and chlorophyll content. Bot. Stud. 52: 295-303.

Lei, T. C., Wan, S., Chou, T.Y., 2008. The comparison of PCA and discrete rough set for feature extraction of remote sensing image classification - A case study on rice classification, Taiwan. Comput. Geosci. 12: 1-14.

Leung, H. 2011. Breeding for climate-ready rice: needs, strategies, and progress. *in* the Workshop on Crop Breeding and Management of Agricultural Environment for Coping with Climate Change. August 31-Spetember 1, 2011. Taiwan Agricultural Research Institute, Taichung, Taiwan.

Lur, H.S. 2011. Adaptation of crop cultivation and breeding to abiotic stresses: with aspect of Taiwan's environment. *in* the Workshop on Crop Breeding and Management of Agricultural Environment for Coping with Climate Change. August 31-Spetember 1, 2011. Taiwan Agricultural Research Institute, Taichung, Taiwan.

Pittman, K., M.C. Hansen, I. Becker-Reshef, P.V. Potapov, and C.O. Justice. 2010. Estimating global cropland extent with multi-year MODIS data. Remote Sens. 2: 1844-1863.

Qin, Q., A. Ghulam, L. Zhu, L. Wang, J. Li, and P. Nan. 2008. Evaluation of MODIS derived perpendicular drought index for estimation of surface dryness over northwestern China. Int. J. Remote Sens. 29: 1983-1995.

Sakamoto, T., M. Yokozawa, H. Toritani, M. Shibayama, N. Ishitsuka, H. Ohno. 2005. A crop phenology detection method using time-series MODIS data. Remote Sens. Environ. 96: 366-374.

Tapia-Silva, F.O., S. Itzerott, S. Foerster, B. Kuhlmann, and H. Kreibich. 2011. Estimation of flood losses to agricultural crops using remote sensing. Phys. Chem. Earth 36: 253-265.

Wan, S., Lei, T. C, Chou, T. Y., 2010. An enhanced supervised spatial decision support system of image classification: consideration on the ancillary information of paddy rice area. Int. J. Geogr. Inf. Sci. 24: 623-642.

Wang, Y.P., K.W. Chang, R.K. Chen, J.C. Lo, and Y. Shen. 2010. Large area rice yield forecasting using satellite imageries. Int. J. Appl. Earth Obs. Geoinf. 12: 27–35.

Xiao, X., S. Boles, J. Liu, D. Zhuang, S. Frolking, C. Li, W. Salas, B. Moore III. 2005. Mapping paddy rice agriculture in southern China using multi-temporal MODIS images. Remote Sens. Environ. 95: 480-492.

Response Strategies for Agrometeorological Disasters

Yuan Shen[1,*] Shou-Hung Chen[2] Min-Hwi Yao[3]

[1]Department of Soil and Environmental Sciences, National Chung Hsing University
[2]Department of Geography, Chinese Culture University
[3]Division of Agricultural Engineering, Taiwan Agricultural Research Institute
*Corresponding author: yshen@nchu.edu.tw FAX: 04-22862043

Abstract

Taiwan's food security relies heavily on imports from abroad because of the insufficient domestic production. Climate change will result in more extreme variations in weather. Increases in frequency of climate extremes may lower crop yields beyond the impacts of mean climate change. Therefore, it is of ultimate importance to prepare ourselves to meet the impacts of global food crisis. The response strategies for the coming agrometeorological disasters can be grouped into four aspects, 1. Increase domestic crop production, 2. Reduce domestic agrometeorological losses, 3. Ensure imports from abroad, and 4. Raise the capabilities for production forecasting. In this paper, discussions are mainly focused on aspect 2 and 4. Providing disaster occurring probabilities for better site and crop selection, developing cost effective agrometeorological disasters protection techniques, and planting upland crops at regions having faster internal drainage characteristics are directions that should be placed more emphasis on when considering means to reduce domestic agrometeorological losses. Developing an operational remote sensing system to provide timely agricultural intelligence, regarding crop growth and yield forecasts at domestic and other strategic regions in the world, would allow decision makers to take proper actions in advance to better alleviate the impacts of incoming global food crisis.

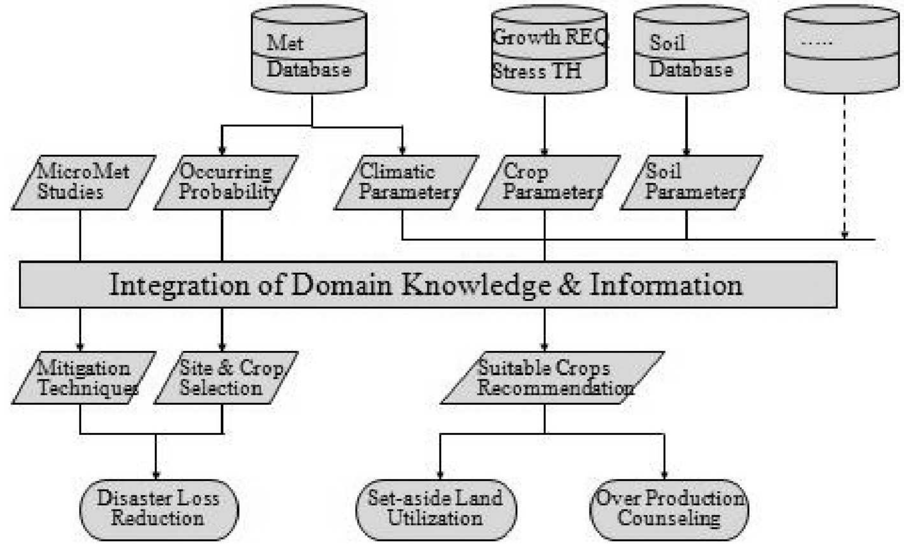

圖 1. 農業氣象專家資訊系統發展架構。

Fig. 1. Schematic diagram for developing an agrometeorological expert system.

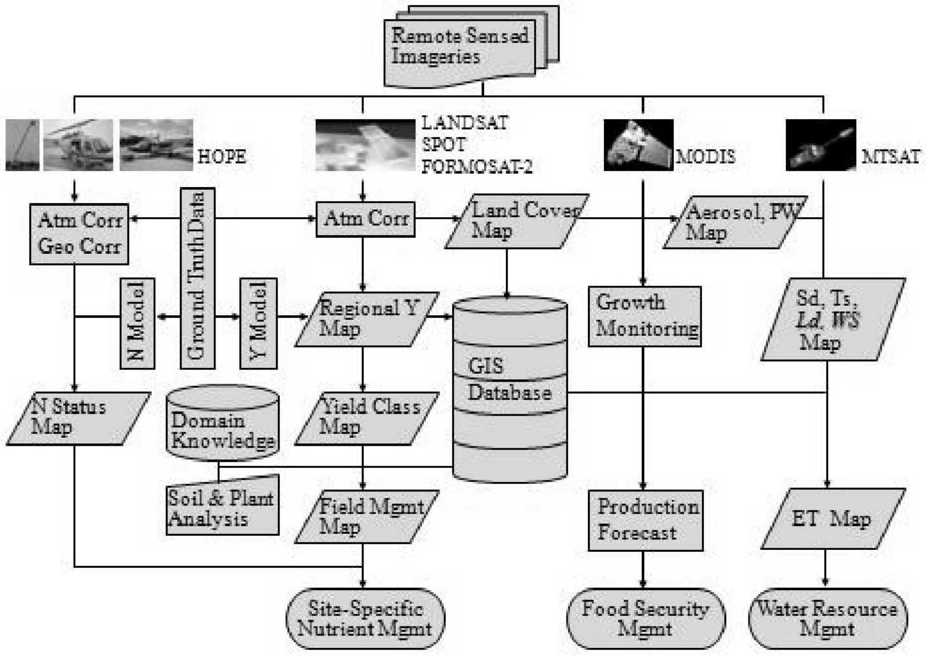

圖 2. 農業情報遙感探測技術發展架構。

Fig. 2. Schematic diagram in developing remote sensing techniques for agricultural intelligence.